電源回路の問題を改めて検討

現代的な精度の高い音を求めた
801 A シングル・アンプの製作(1)

■ 辰口　肇 ■

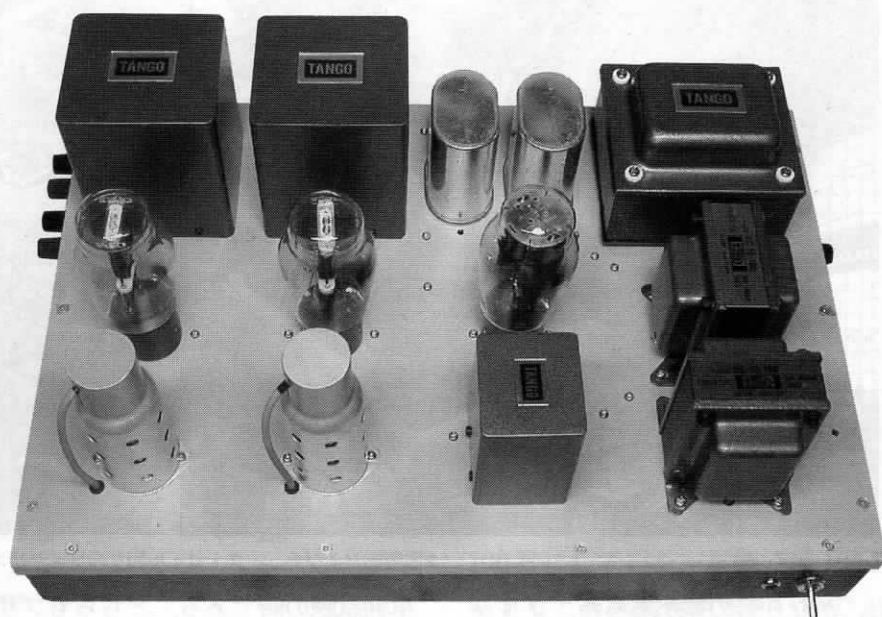
精度のよい音を

もう 28 年前になりますが，編集部の依頼で，武末数馬先生の 801 A シングル・パワー・アンプと組み合わせて使用するプリアンプを製作し，総合特性を測定するために，先生のパワー・アンプが拙宅に届けられたことがあります．試聴させていただいたとき，801 A のリニアリティのよい音が気に入って，当時はかなり安価でしたから少し買いだめしておいたのがまだ数本残っており，これを使用して，シングル・ステレオ・パワー・アンプを製作しました．

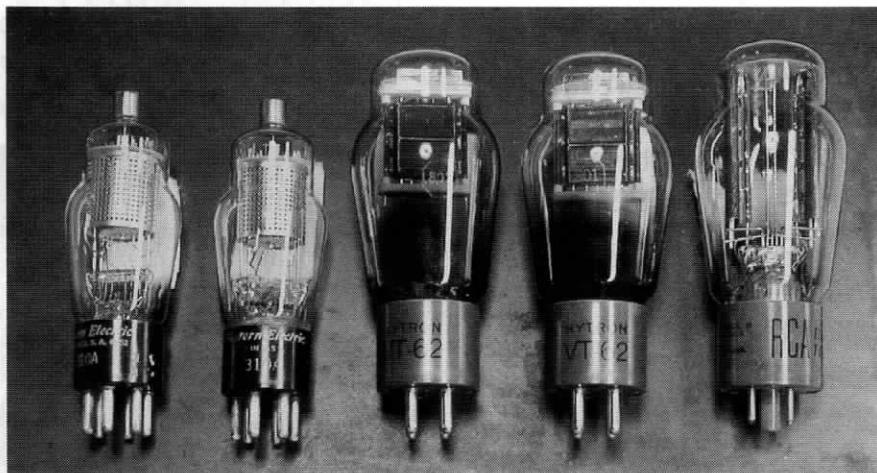
時代の変遷とともにオーディオの音も変わっていきますが，たとえば最近の LP カートリッジを昔のものと比較すると，音は緻密になり分解能がよくなった，一口にいえば音の精度が向上したといえると思います．これはオーディオ全般の傾向のようです．音には嗜好の問題があり，往年の真空管時代の音をめざす行きかたもありますが，本機は現代の感覚に合わせ，音の精度を狙いました．

電源回路の設計

(1)　両波整流 B 電源の問題

最近，本誌で新忠篤氏や杢田種文氏等によって，半波整流 B 電源が音質的にすぐれていることが報告され，注目されているようです．

実は，この問題については，古く '87 年 3 月号での石塚峻氏の投稿が契機となって，'87 年 9 月号に浅沼哲氏の実験結果が，さらに '88 年 1 月号に両氏のご意見が紹介されていることを編集部から知らされました．

これを私なりに確認するために，多少容量に余裕のあるセンター・タップ式電源トランスを使用して両波整流回路を仮組み立てし，手元にあった VT 52 シングル・アンプにこれから供給することにし，半波整流のときは B 巻線の一端を切りはなし，半波・両波両方式の音質を比較してみました．

たしかに音が変ります．両波整流のときは半波整流の音より不自然に感じ，両波整流には半波整流にない

●本材に使用した真空管．左から 310 A×2，801 A×2，5 R 4

600 V で 2 A 3 や PX 4 とほぼ同程度の出力が得られます．B 電圧が一般の受信管にくらべて高電圧で使いにくいですが，211 などにくらべれば，はるかに使いやすい球です．

⑵ 出力管の負荷抵抗

801(A)は，真空管マニュアルによると，プレート供給電圧 600 V，プレート電流 30 mA の動作で負荷インピーダンスは 7.8 kΩ となっていますが，武末先生は 14 kΩ を推奨され，タンゴで商品化された OPT が FE-20-14 S であった，と思います．武末先生によると，出力トランスは 10 kΩ を超えると設計上むつかしい問題があり，その困難を乗り越えて FE-20-14 S が開発された，と記憶しています．

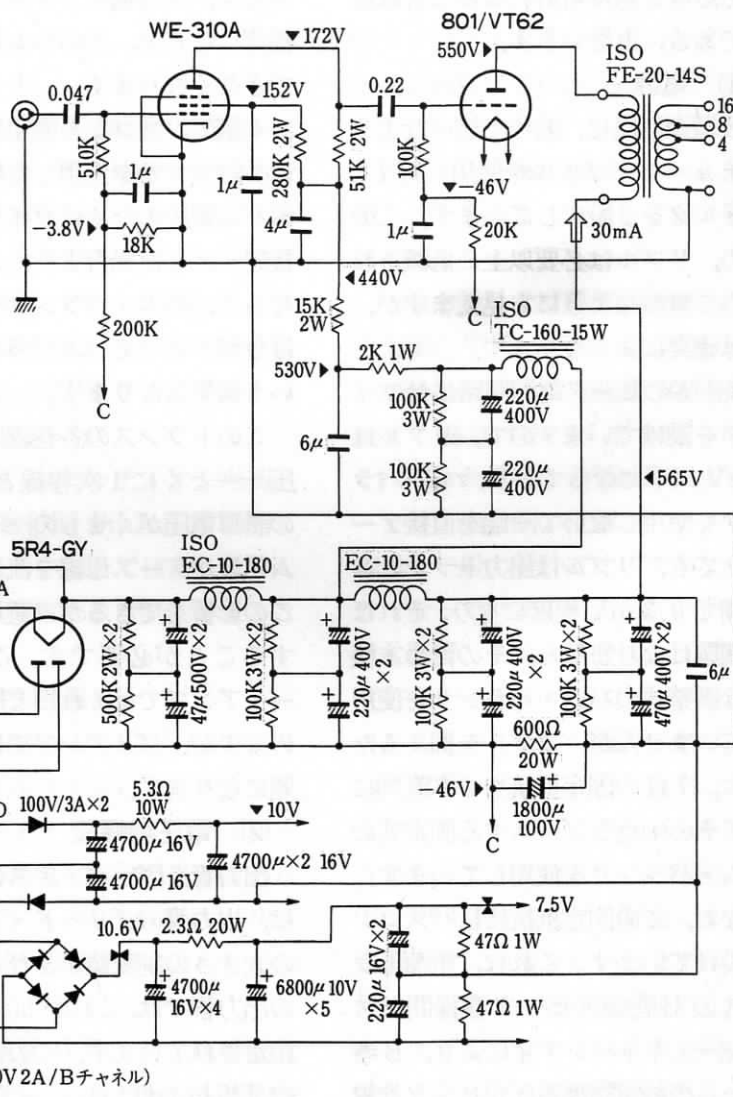
むかし私は 801 A シングル・アンプに 5 kΩ の出力トランスを 10 kΩ 接続で使用していましたが，これによって音質がかなり向上したので，出力トランスでこうも音が変るものかと，驚いたことを憶えています．

武末先生は，負荷インピーダンスは真空管メーカーの指定する値より 50％くらい大きくするほうがよい，と提言されていました．私も聴感上からはそれくらいが最適値である，と思っています．

負荷インピーダンスをメーカー指定値より高くすると，最大出力は多少低下しますが，調波ひずみ率はかなり小さくなります．この出力段のひずみ率を小さくするということはたいへん大切なことで，これによって，スピーカからの逆起電力(コーン反作用)により，出力管の出力信号が振幅変調されて生じる一種のひずみを小さくすることができます．このためと私は考えていますが，低音部のもたつきがなくなり，スッキリした音になります．

パワー・アンプの音質は，出力管の増幅度がスピーカの逆起電力によって変動する程度によってきまる，といってもよいくらいであると思います．今日においても旧型の直熱型 3 極出力管の人気が衰えない原因の第一はここにある，と思います．

アマチュアにとって真空管アンプ 1 台を製作することはなかなかたいへんなことですが，20 年，30 年の寿命があることや，オーディオには技術経験の積み重ねが重要な要素になりますから，そう簡単にこれを凌駕するものが出現して管球アンプが無用になるということは考えられず，製作の労苦が無駄になることはない，と思います．

ともあれ，音の精度の高いパワー・アンプを製作するポイントは電源を重視することと，できるだけ直線性のよい出力管を使用して，でき

〈第4図〉801 A シングル・ステレオ・パワー・アンプの全回路図．tB には 2 段の LC フィルタが入るなど，電源部の強化によって音の精度を上げている

るだけひずみの少ない動作で使用することである，と思います．

なお，電源と球の直線性は音質に密接な関係があり，球の直線性がよいほど音は電源の影響を受けにくくなります．

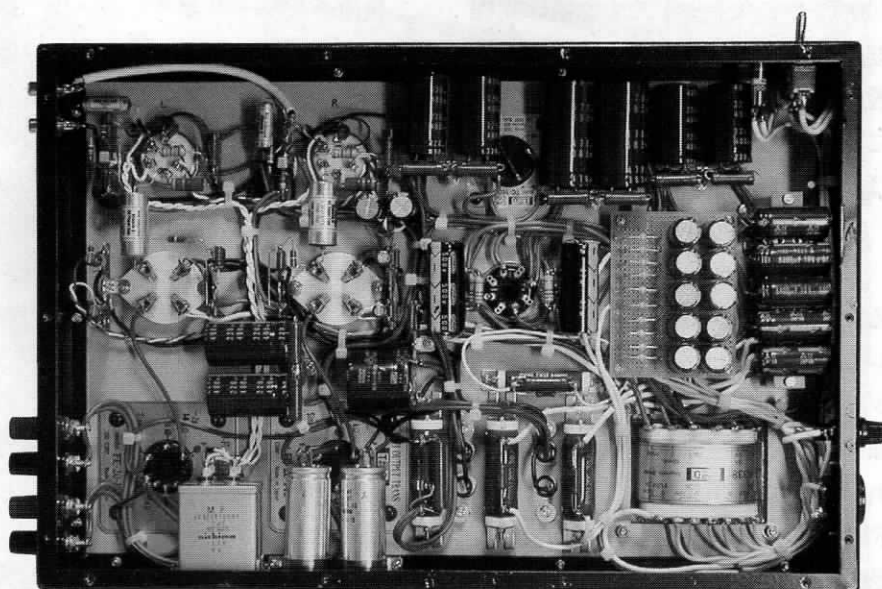
回路のあらまし

第4図は本機の全回路図です．電圧増幅段は，内部抵抗の小さいローμ管を使用して2段増幅にするか，ハイμ管，または5極管を使用して1段増幅にするか迷いましたが，本機は無帰還で使用しますので，12AU7や5687などを使用して電圧増幅2段にすると，電力感度が少し大きすぎるので，1段増幅にしました．信号の通過する経路はシンプルであるほど音は新鮮になることは確かである，と思います．

(1) 電源

B電源回路は，前号で述べたようにチョーク・コイルを使用したLCフィルタを2段にしています．このため，リプルは必要以上に低減されていて無駄なようにも見えますが，音は確実によくなります．

801(A)のヒータ電源回路にはフィルタを設けていますので，リプルは2mV以下になっており，ハム・バランサを使用しないで一端を直接アースしても，リプルは出力トランス2次側で0.3mV程度になり，それほど問題になりません．そのため本機では調整式のハム・バランサを使用していませんが，リプルを抑えるために，47Ωの固定抵抗を2本直列にしてその中点をアースする固定式のハム・バランサを使用しています．

なお，この固定抵抗にはパスコンを設けています．これは，電源トランスのB巻線とヒータ巻線間のストレー・キャパシティにより，B巻線からの静電誘導電圧がヒータ巻線にかかり，これにより抵抗にハム電流が流れその電圧降下が問題になるので，これをバイパスするためのものです．出力端のリプルが0.3mV程度になると，このハム電圧が無視できなくなります．

●出力管まわりの配線のクローズアップ

本機でパスコンを使用しないでハム・バランサを使用した場合は，このハム電圧のためにマイナス端を直接アースした場合よりハムが大きくなって，ハム・バランサを使用するほうがかえってハムが多くなる，という結果になります．

このトランスの各巻線間の誘導電圧――とくに1次巻線とB巻線間の誘導電圧がくせもの――によりハム電流がアース母線を流れるため，この影響をできるだけ避けるようにすることが必要です．これはパワー・アンプではそれほど問題でないのですが，プリアンプではかなり問題になります．

(2) 電圧増幅段

出力管を固定バイアスにする場合は，出力管のグリッド・リーク抵抗の大きさの制限値がきびしく，一般の出力管では，これが50kΩ以下に指定されています．この値はかなり内部抵抗の低いローμ管でないと負担になります．さいわい801(A)では，これは100kΩ以下と指定されていますので，これくらいであれば5極管でも対応できます．

本機は，5極管WE-310Aを使用し，ひずみの少ない動作点を選んで必要なスイング電圧を低ひずみ率で得ています．

(3) 全段を固定バイアス

バイアスは出力管，電圧増幅管ともに固定バイアスにしました．

セルフ・バイアスの音は固定バイアスにくらべてあきらかに違いがあり，用途によってはセルフ・バイアスのほうがよい場合もありますが，精度の高い音を追及する場合は，固定バイアスにすべきであると思います．セルフ・バイアスのパスコンの特性が音質に影響することは周知のとおりですが，固定バイアスにすればこの心配はしなくてすみます．

本機の固定バイアス電源は，B電源回路のマイナス側に直列に抵抗を入れて，この電圧降下から取り出しています．これは厳密には固定バイアスとはいえませんが，デカップリング回路の時定数を大きくすれば，信号波に対しては固定バイアスと見なせるようになります．

ます．

電圧増幅段と出力段の間のデカップリング回路も，音質に大きく影響します．

LCフィルタはL(H)とC(μF)の積が小さいと，音が不安定な感じになるので，Lは160Hのチョークと100μFの電解コンデンサを使用しました．電圧増幅のB電源のコンデンサも音質に大きく影響するので，ここにはフィルム・コンデンサを使用しました．

音声電流が流れるところのB電源のコンデンサは音質上重要で，良質のコンデンサを使用すると上品な音になります．それにしても，一般の設計にくらべておおげさすぎるデカップリング回路のように思われるかもしれませんが，音質は確実によくなります．

ひずみ打ち消しについて

旧型の直熱3極出力管のひずみ率は，一般に最大出力時で5～7％ですが，実際のアンプでは3％くらいになっています．

これは，ドライバ管の第2調波ひずみが出力管の第2調波ひずみを打ち消すはたらきがあるからです．旧型の直熱3極出力管では，最大出力時のスイング電圧は30～50Vぐらいですから，このときのドライバ管のひずみ率は3～4％で，ひずみ成分はほとんどが第2調波ひずみであるため，このひずみによって出力管の第2調波ひずみが打ち消されます．すなわち，シングル・アンプでは意識しなくてもひずみ打ち消しがおこなわれているわけです．

これを意識的に，出力管のひずみとドライバ管のひずみの大きさを等しくなるようにすれば，第2調波ひずみはほぼ0となって，全調波ひずみを大きく低減することができます．これがひずみ打ち消し法です．

この場合，ドライバ管のひずみ率を増加させて出力管のひずみ率に一致させる方法と，出力管のひずみ率を少なくしてドライバ管のひずみ率に一致させる方法があり，一般には前者の方法がとられますが，これは多少問題があります．というのは，ひずみ打ち消しによって第2調波ひずみは減少しますが，あらたにわずかですが，第4調波ひずみが発生するからです．

ひずみ打ち消しの調整はおもに電圧増幅管でおこないますが，電圧増幅管が3極管の場合ひずみ率を左右する要素は，プレート供給電圧E_{bb}，負荷抵抗R_L，およびグリッド・バイアス電圧E_cの3つですから，このどれを調整しても行なえるはずです．しかし，実際には，R_Lは他の条件から制約があって大幅に変えるわけにはいかず，E_{bb}もあまり低くすると最大出力電圧が不足することになるので，けっきょくE_{bb}はできるだけ高くして，E_cをコントロールして調整することになります．

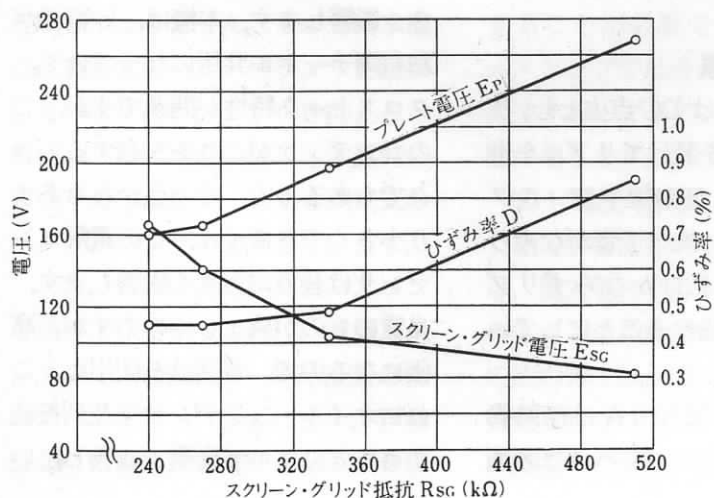
電圧増幅管に5極管を使用した場合は，さらにスクリーン・グリッド電圧E_{c2}によってひずみ率が大きく影響を受けるので，こうなると計算で最適値を見出すことは，資料不足のこともあって，ほとんど不可能になります．

5極管では，E_cをコントロールしてひずみ打ち消しを完全におこなった場合，スクリーン・グリッドの抵抗値によって，残留ひずみ率が違ってきます．

第6図は本機の電圧増幅管310Aのスクリーン・グリッド抵抗R_{sg}を変化させた場合の諸特性の変化を測定したものです．グリッド・バイアス電圧はひずみ打ち消しが完全におこなわれるように調整した状態で測定したものです．

R_{sg}を510kΩから低くするにしたがってプレート電圧E_bは低下して行き，ひずみ率も低下していきますが，スクリーン・グリッド電圧E_{c2}は逆に上昇していき，240kΩではE_{c2}がE_bより高くなっています．E_{sg}の最大許容電圧は180Vですから，これ以上R_{sg}を下げると，許容電圧をオーバーしてしまい，また，スクリーン・グリッド損失も大きくなります．

340kΩ以下では残留ひずみ率の低下は横ばいになっていますから，R_{sg}をあまり低くすることは無意味で，280kΩぐらいが適当な値といえます．

このように，電圧増幅段に5極管を用いても，ひずみ打ち消しが十分におこなうことができることがわかります．（つづく）

〈第6図〉スクリーン・グリッド抵抗R_{SG}を変えたときの諸特性の変化